



Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Radzikowie,
Oddział w Bydgoszczy, Al. Powstańców Wielkopolskich 10, 85-090 Bydgoszcz, Polska

* e-mail: k.franke@ihar.edu.pl

KATARZYNA FRANKE *, GRZEGORZ GRYŃ ,
LIDIA MICHAŁOWSKA , STANISŁAW KRUSZEWSKI 

Odporność odmian ziemniaka na niszczyka ziemniaczaka (*Ditylenchus destructor* Thorne) w warunkach polowych

Resistance of potato cultivars to potato rot nematode (*Ditylenchus destructor*
Thorne) in field conditions

Abstrakt. Doświadczenie przeprowadzono w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowym Instytucie Badawczym, w Oddziale w Bydgoszczy w trzech sezonach 2021/2022, 2022/2023 i 2023/2024. Celem eksperymentu była polowa ocena odporności dziewięciu jadalnych i siedmiu skrobiowych odmian ziemniaka na porażenie przez niszczyka ziemniaczaka (*Ditylenchus destructor* Thorne). Sadzeniaki ziemniaka zakażano sztucznie nicieniami i uprawiano w warunkach polowych w sposób konwencjonalny. Kontrolę stanowiły sadzeniaki ziemniaka nie zakażane nicieniami. Po zbiorze plonu wykonano ocenę ilościową plonu oraz dwukrotnie porażenia bulw potomnych przez nicienie (jesienią i wiosną). Bulwy wszystkich badanych odmian uległy porażeniu i charakteryzowały się gorszymi parametrami ilościowymi w porównaniu z kontrolą. Po zimowym przechowywaniu zakres porażenia wzrósł dla wszystkich badanych genotypów ziemniaka. Średnio większe nasilenie objawów obserwowano u odmian jadalnych niż skrobiowych. Spośród odmian jadalnych ziemniaka najmniej podatna na niszczyka ziemniaczaka okazała się odmiana Lawenda, spośród skrobiowych – Pokusa. Najbardziej porażone były bulwy jadalnej odmiany Otolia i skrobiowej odmiany Zuzanna.

Słowa kluczowe: nicienie wolnożyjące, niszczyk ziemniaczak (*Ditylenchus destructor* Thorne), sadzeniaki ziemniaka, odporność odmian

Cytowanie: Franke K., Gryń G., Michałowska L., Kruszewski S., 2025. Odporność odmian ziemniaka na niszczyka ziemniaczaka (*Ditylenchus destructor* Thorne) w warunkach polowych. *Agron. Sci.* 80(3), 47–59. <https://doi.org/10.24326/as.2025.5516>

WSTĘP

Ditylenchus destructor – niszczyk ziemniaczak to nicien wolnożyjący, który pasożytuje na roślinach wyższych. Występuje na wszystkich kontynentach, głównie w strefie klimatu umiarkowanego [EPPO global database]. Spośród ponad stu gatunków roślin żywicielskich dla *D. destructor*, do tych o największym znaczeniu gospodarczym zalicza się zaledwie kilka gatunków uprawnych i ozdobnych: *Solanum tuberosum*, *Iris* spp., *Tulipa* spp., *Dahlia* spp., *Gladiolus* spp., *Rheum rhabarbarum*, *Trifolium* spp., *Daucus carota* oraz chwastów [Stefan 1997, Jeszke i in. 2014, PM 7/87 (2) 2017, Chen i in. 2020]. Niszczyc ziemniaczak przez wiele lat znajdował się na liście B w wykazie „Organizmy szkodliwe dla roślin i produktów roślinnych podlegające obowiązkowi zwalczania w wypadku stwierdzenia ich występowania na określonych roślinach lub produktach roślinnych”, w tym w sadzeniakach ziemniaka. Podczas Panelu Plant Health EFSA w 2016 r. została przeprowadzona ocena zagrożenia fitosanitarnego tym agrofagiem na terytorium UE. Głównymi drogami wprowadzania i rozprzestrzeniania się tego nicienia na obszarze UE są rośliny przeznaczone do sadzenia, w tym sadzeniaki ziemniaka i cebulki kwiatowe. Od 2019 r. *D. destructor* znajduje się na liście regulowanych agrofagów niekwarentannowych sadzeniaków ziemniaka. Jego obecność we wszystkich kategoriach i klasach sadzeniaków jest niedozwolona [Jeger i in. 2016, Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 27 maja 2020 r., Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2021/2285 z dnia 14 grudnia 2021 r.]. Dawniej na obszarze Polski funkcjonowały Stacje Oceny Sadzeniaków Ziemniaka (SOSZ) jako wyspecjalizowane jednostki kontrolne, odpowiadały za kwalifikację oraz ocenę jakości sadzeniaków. Badania dotyczące obecności niszczyka ziemniaczaka w kwalifikowanym materiale sadzeniakowym ziemniaka prowadziła Stefan [1999]. Jako materiał badawczy do analiz wykorzystwała próby bulw pobrane z 15 jednostek SOSZ. Odsetek bulw zasiedlonych szkodnikiem zależał od stopnia kwalifikacji sadzeniaków, jedynie w kategorii najwyższej – super elita – nicienie nie występowały. W kolejnych klasach średni odsetek porażenia bulw wynosił: 0,7% dla kategorii elita, 0,8% dla oryginału i aż 2,0% dla sadzeniaków klasy A [Stefan 1999]. W wyniku reorganizacji systemu oceny sadzeniaków, stacje SOSZ zostały zlikwidowane, a ich kompetencje przejęła Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa (PIORiN), przy współpracy z COBORU w zakresie badań odmianowych [Ustawa z dnia 9 listopada 2012 r. o nasiennictwie]. W latach 2010–2022 również PIORiN prowadził monitoring kwalifikowanego materiału sadzeniakowego ziemniaka pod kątem obecności *D. destructor*. Wśród przebadanych 71 911 próbek bulw, niszczyka ziemniaczaka wykryto w 0,15% próbek, co świadczy o niskim poziomie jego występowania [Karnkowski i Guenter 2018, 2024].

Szkodliwość nicienia w uprawie ziemniaka polega na obniżeniu jego wartości towarowej i nasiennej oraz bezpośrednich stratach w plonie bulw, które wzrastają w okresie zimowego przechowywania. Na wielkość strat wpływa szereg czynników, takich jak: sprzyjające warunki atmosferyczne, struktura gleby, presja szkodnika, odmiana i termin sadzenia bulw. Czynniki te w różnym stopniu wpływają na wielkość spadku plonu w poszczególnych systemach uprawy [Ivaniuk 2003, Vovlas i in. 2005, Jones i in. 2013]. Straty w całkowitym plonie ziemniaków po zbiorze mogą sięgać 40% [Stefan 1995, Yan i in. 2023]. Nicien żeruje w częściach podziemnych roślin ziemniaka jak korzenie, bulwy i stolony. W Europie o szkodliwości niszczyka ziemniaczaka decydują przede wszystkim warunki glebowe i tempera-

turowe. Nie stanowi on zagrożenia dla regionów o zbyt wysokiej temperaturze i w miejscach, gdzie następuje znaczne przesuszanie gleby [Sturhan i Brzeski 1991]. Odpowiednia wilgotność i temperatura sprzyjają przyspieszeniu cyklu rozwojowego, co umożliwia rozwój większej liczby pokoleń szkodnika w trakcie jednego sezonu wegetacyjnego.

Objawy żerowania niszczyka ziemniaczaka nie są trudne do rozpoznania. Pierwsze oznaki żerowania w bulwach widoczne są po delikatnym usunięciu skórki jako małe białe punkty (ukryta forma porażenia). Skórka w tych miejscach jest lekko zapadnięta, łatwa do oddzielenia, z czasem z wyraźnymi typowymi zmarszczeniami i pęknięciami. Stopniowo plamy stają się szaro-olowiane, pogłębiają się i obejmują coraz większy obszar widoczny na powierzchni bulwy. Skórka wysycha, pęka, a miąższ staje się gąbczasty i ciemnieje (ryc. 1). Poprzez uszkodzoną skórkę wnikają nicienie saprofityczne, grzyby, bakterie i roztocza powodujące rozwój wtórnych infekcji. Podczas zimowego przechowywania ziemniaków porażenie wzrasta, ponieważ nicienie przemieszczają się i zasiedlają sąsiednie bulwy. Wewnątrz bulw następuje szereg zmian fizjologicznych i biochemicznych, jak: zmniejszenie zawartości wody i skrobi, nadmierne gromadzenie cukrów, intensyfikacja lub redukcja procesów enzymatycznych, rozkład i zmiany ilościowe białek i aminokwasów. Przechowywanie silnie porażonych bulw może prowadzić nawet do utraty całego plonu [Stefan 1995, Hofmann i in. 2008, Bernard i in. 2017, Melnic i in. 2024].



Ryc. 1. Objawy porażenia bulwy ziemniaka przez niszczyka ziemniaczaka *D. destructor* Thorne (fot. K. Franke)

Fig. 1. Potato rot nematode *D. destructor* Thorne symptoms on potato (photo by K. Franke)

Rośliny ziemniaka słabo porażone przez niszczyka ziemniaczaka podczas okresu wegetacji mogą nie różnić się od zdrowych. W przypadku silnego porażenia rośliny wykazują znacznie zaburzony lub całkowicie zahamowany wzrost, stają się osłabione, więdną, żółkną, nierzadko obumierają. W obrębie jednego gatunku występują rośliny bardziej lub mniej podatne na porażenie przez nicienia. Uprawa odpornych odmian roślin stanowi sprawdzoną metodę stosowaną w walce z nicieniami. Stosowanie przed laty tylko odpornych odmian ziemniaka na *Globodera rostochiensis* pozwoliło na ograniczenie występo-

wania tego kwarantannowego nicienia na terenie kraju [Malec 1980, Przetakiewicz 2019]. Obecnie odmiany ziemniaka odporne na mątwika ziemniaczanego stanowią ponad 95% wszystkich odmian wpisanych do Krajowego Rejestru Odmian [Franke i in. 2019]. Odporność odmian ziemniaka na porażenie przez *D. destructor* nie jest stałym elementem ich charakterystyki. Wcześniejsze doniesienia literaturowe dokumentowały jednak zróżnicowaną reakcję odmian ziemniaka na szkodnika [Stefan 1980, Malinowska i Kowalska 2006, Franke i Malinowska 2007]. Dostępne informacje są ograniczone i nieaktualne. Badania te prowadzono dawno i niewielki odsetek z testowanych odmian jest dostępny obecnie w uprawie. Szkodliwość niszczyka ziemniaczaka wzrasta w warunkach nawadniania pól szczególnie w uprawie ziemniaków przeznaczonych do przemysłu skrobiowego. Ziemniak jadalny uprawiany na mniejszą skalę często bez zachowania racjonalnego zmianowania sprzyja nasileniu występowania chwastów, szkodników i patogenów [Marks i in. 2018, Pridannikov 2022]. Fragmenty roślin i bulwy pozostawione na polu stanowią źródło porażenia w kolejnym roku uprawy.

Nie ma skutecznej metody ochrony przed niszczykiem ziemniaczakiem, nie jest również prowadzona w tym kierunku hodowla odpornościowa. Ocena podatności ziemniaków na tego nicienia na terenie kraju może być ważnym wyznacznikiem wyboru odmiany do uprawy w warunkach dużej presji szkodnika. Zamysłem prezentowanych wyników badań była ocena różnic porażenia przez niszczyka ziemniaczaka wybranych jadalnych i skrobiowych odmian ziemniaka. Podczas przeprowadzonego trzyletniego eksperymentu polowego w latach 2021/2022–2023/2024 sadzono sztucznie zakażane sadzeniaki 16 odmian ziemniaka i oceniano dwukrotnie wielkość porażenia bulw potomnych: jesienią i wiosną, a także różnice w ocenie ilościowej uzyskanego plonu.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie prowadzono w latach 2021/2022, 2022/2023 i 2023/2024 w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowym Instytucie Badawczym, w Oddziale w Bydgoszczy. Do badań wykorzystano zdrowy materiał sadzeniakowy 16 odmian ziemniaka oraz bulwy ziemniaka porażone przez *D. destructor*. Wybrano odmiany o różnej wczesności, przeznaczeniu i pochodzeniu (hodowle krajowe i zagraniczne). Listę wybranych odmian ziemniaka przedstawiono w tabeli 1. Dla każdej odmiany sadzono 9 bulw sztucznie zakażanych nicieniami oraz trzy zdrowe stanowiące kontrolę. Źródłem porażenia były rozdrobnione fragmenty bulw porażonych nicieniami (w różnych stadiach rozwoju), umieszczone w niewielkich nacięciach pod powierzchnią skórki sadzeniaka. Wielkość inokulum określono na poziomie ok. 5000 osobników w różnych stadiach rozwojowych na jedną bulwę. Ziemniaki uprawiano w sposób konwencjonalny, stosując mechaniczne metody ochrony przed zachwaszczeniem, a także chemiczną ochronę przed stonką ziemniaczaną i zarazą ziemniaka. Prowadzono obserwacje wschodów i wzrostu roślin. Po zbiorze liczono i ważono bulwy zebrane dla każdej rośliny oddzielnie. Wielkość porażenia bulw potomnych określono dwukrotnie: miesiąc po zbiorze oraz po zimowym przechowaniu. Oceniano wielkość zewnętrznych objawów na każdej bulwie osobno według skali: 0 – brak objawów, 1 – od 0,5% powierzchni bulwy, 2 – od 0,6% do 20% powierzchni bulwy, 3 – od 21% do 50% powierzchni bulwy, 4 – od 51% do 70% powierzchni bulwy, 5 – ponad 70% powierzchni bulwy.

Tabela 1. Charakterystyka odmian ziemniaka
Table 1. Potato varieties characteristic

Odmiana Cultivar	Przeznaczenie Market outlet	Wczesność Maturity	Hodowca Potato Breeding Station
Amarant	skrobiowa/starchy	średniopóźna/ mid-late	PMHZ sp. z o.o. Strzekęcino
Bila	jadalna/edible	wczesna/early	HZ Zamarte
Denar	jadalna/edible	bardzo wczesna/ very early	HZ Zamarte
Desiree	jadalna/edible	bardzo wczesna/ very early	HZPC Holland BV
Inwestor	skrobiowa/starchy	późna/late	PMHZ sp. z o.o. Strzekęcino
Irys	jadalna/edible	bardzo wczesna/ very early	PMHZ sp. z o.o. Strzekęcino
Jasia	skrobiowa/starchy	późna/late	HZ Zamarte
Lawenda	jadalna/edible	wczesna/early	HZ Zamarte
Longina	jadalna/edible	wczesna/early	HZ Zamarte
Malaga	jadalna/edible	średniowczesna/ mid-early	HZ Zamarte
Mieszko	skrobiowa/starchy	średniowczesna/ mid-early	PMHZ sp. z o.o. Strzekęcino
Otolia	jadalna/edible	średniowczesna/ mid-early	Europlant
Pokusa	skrobiowa/starchy	późna/late	PMHZ sp. z o.o. Strzekęcino
Szyper	skrobiowa/starchy	średniowczesna/ mid-early	PMHZ sp. z o.o. Strzekęcino
Vineta	jadalna/edible	wczesna/early	Europlant
Zuzanna	skrobiowa/starchy	średniowczesna/ mid-early	Europlant

* – wartości różnią się istotnie statystycznie na poziomie $p < 0,05$ / values differ significantly at the level of $p < 0.05$

Na podstawie wyników obserwacji porażenia bulw określano indeks porażenia zgodnie ze wzorem Towsenda-Heubergera [Ginter 1981]:

$$\% \text{ porażenia} = \left(\frac{\sum_0^i (n \times v)}{iN} \right) \times 100$$

gdzie: v – stopień porażenia, i – najwyższy stopień porażenia, n – liczba bulw w stopniu, N – całkowita liczba badanych bulw.

Ocenę statystyczną wykonano przy pomocy programu STATISTICA. Normalność rozkładu danych oceniano przy pomocy testu Shapiro–Wilka. Istotność różnic pomiędzy parametrami weryfikowano przy pomocy testu t-Studenta na poziomie istotności równym 0,05.

WYNIKI

Podczas sezonu wegetacyjnego prowadzono dziennik obserwacji polowych. Zaobserwowano równomierne wschody oraz brak wyraźnych różnic w pokroju roślin pomiędzy porażonymi przez niszczyka ziemniaczaka i zdrowymi w obrębie każdej odmiany.

Ocena ilościowa plonu

Po zbiorze plonu bulwy ważono i liczono. Wartości parametrów zestawiono i poddano ocenie statystycznej (tab. 2). W badaniach wykazano istotne różnice w wartościach ocenianych parametrów dla poszczególnych odmian, a także pomiędzy bulwami potomnymi zebranymi spod roślin porażonych przez niszczyka ziemniaczaka i zdrowych. Waga bulw pochodzących z obiektów kontrolnych była wyższa dla wszystkich badanych odmian.

Tabela 2. Różnice w wagach i liczbie bulw porażonych przez *D. destructor* w odniesieniu do zdrowych
Table 2. Differences in weight and number of tubers infected by *D. destructor* in relation to healthy ones

Odmiana Cultivar	Różnice w wadze bulw (%) Differences in the weight of tubers (%)	Różnice w liczbie bulw (%) Differences in the number of tubers (%)
odmiany jadalne/ edible cultivars		
Bila	-32,6*	-7,6
Denar	-29,5*	-10,0*
Desiree	-21,8*	-7,1*
Irys	-39,2*	-10,1
Lawenda	-40,2*	-9,0
Longina	-37,6*	-6,5*
Malaga	-38,6*	+8,7
Otolia	-38,4*	-6,5
Vineta	-36,5*	-7,1*
Średnia	-34,9	-6,1
odmiany skrobiowe/ starchy cultivars		
Amarant	-13,1	-7,9
Inwestor	-33,0*	-8,5*
Jasia	-31,4*	-9,1
Mieszko	-19,3*	+13,1*
Pokusa	-37,7*	-9,3
Szyper	-36,2*	+8,6
Zuzanna	-20,4*	-6,5*
Średnia	-27,3	-2,8

* wartości różnią się istotnie statystycznie na poziomie $p < 0,05$ / values differ significantly at the level of $p < 0.05$

W grupie odmian jadalnych straty w plonie były większe i wynosiły średnio 34,9%. Największe różnice w wielkości plonu zanotowano dla odmiany Lawenda – aż o 40,2%, następnie dla odmiany Irys – 39,1%, Malaga – 38,6% i Otolia – 38,4%. Najmniejsze różnice zaobserwowano u odmiany Desiree o 21,8%. U odmian skrobiowych średni spadek plonu oszacowano na poziomie niższym, średnio o 27,3%, największy u odmian Pokusa i Szyper, odpowiednio o 37,7% i 36,2%, a najmniejszy dla odmiany Amarant, o 13,1%. W ocenie statystycznej średnia waga bulw porażonych była istotnie mniejsza niż zdrowych ($p < 0.05$) dla większości odmian.

Dla 13 spośród ocenianych odmian wykazano tendencję do mniejszej liczby bulw spod roślin porażonych niż zdrowych, ale nie zawsze różnice te były istotne statystycznie (tab. 2). Istotność różnic ($p < 0.05$) udowodniono dla odmian Denar, Desiree, Longina, Vineta i Zuzanna. Dla niektórych odmian (Otolia i Pokusa) różnice nie były istotne ze względu na dużą zmienność ocenianego parametru w kolejnych latach badań. U pozostałych odmian (Malaga, Mieszko i Szyper) nie wystąpiła podobna tendencja, zaobserwowano natomiast tzw. zdrobnienie bulw.

Porażenie bulw przez *D. destructor*

Ocena porażenia bulw potomnych przez niszczyka ziemniaczaka została wykonana w każdym roku badań dwukrotnie, jesienią – jeden miesiąc po zbiorze oraz wiosną – po okresie zimowego przechowywania. Bulwy zebrane z obiektów kontrolnych nie uległy porażeniu. Dla bulw zebranych spod roślin porażonych wyniki uśredniono i przedstawiono w tabeli 3. Wszystkie badane odmiany uległy porażeniu, jednak nasilenie objawów nie było równomierne. W jesiennej ocenie najmniejsze średnie porażenie obserwowano dla odmiany skrobiowej Pokusa – 2,8% oraz jadalnej Lawenda – 3,2%. Najbardziej podatne na porażenie przez niszczyka ziemniaczaka okazały się odmiany jadalne Otolia (35,3%) i Denar (32,0%). Wykazano istotne statystycznie różnice w zmianach porażenia bulw po zimowym ich przechowaniu dla wszystkich badanych genotypów ziemniaka. Po zimowym przechowywaniu zwiększył się obszar powierzchni bulw z wyraźnymi objawami bytowania w nich nicieni, a najwyższe porażenie odnotowano dla odmian jadalnych Otolia (63,5%), następnie Denar (44,7%) i Irys (39,9%). U odmian skrobiowych średnia wielkość porażenia była niższa. Najmniejsze porażenie charakteryzowało odmiany Lawenda – 4,4% i Pokusa – 6,0 %, a najwyższe odmianę Zuzanna – 31,4%.

W ocenie jesiennej plonu, objawy bytowania nicieni widoczne były w okolicy przystolonowej, co potwierdzają szczegółowe badania Stefan [1979], w których wykazuje, że źródło porażenia stanowiły zainfekowane sadzeniaki, a nicienie migrowały w roślinie do bulw potomnych. Po zimowym przechowywaniu oprócz większego udziału bulw porażonych w plonie całkowitym wzrastał udział tych z wyższym stopniem porażenia. Oprócz wcześniejszych objawy występowały również w części bocznej i wierzchołkowej bulw, co dowodzi natomiast migracji nicieni do bulw sąsiednich. Odsetek bulw porażonych wzrósł najbardziej u dwóch odmian jadalnych – Otolia (o 28,2%) i Irys (o 17,9%) oraz skrobiowej – Zuzanna (o 14,6%). Wzrost zakresu porażenia bulw odzwierciedlają wartości współczynnika Towsenda-Haubergera (tab. 3). Najwyższy wzrost indeksu porażenia miał miejsce u trzech odmian jadalnych: Otolia, Desiree i Denar, odpowiednio o 22,3%, 22,3% i 20,9%. Najniższe wartości porażenia w wiosennej ocenie stwierdzono dla odmian skrobiowych Pokusa – 2,6% i Szyper 4,9% oraz jadalnej odmiany Lawenda – 2,7%. Spośród ocenianych odmian najmniej podatne okazały się dwie odmiany Pokusa i Lawenda, które charakteryzował najmniejszy odsetek bulw porażonych w obu terminach oceny i najniższe zmiany w indeksie porażenia, znaczny natomiast spadek plonu w porównaniu do bulw zdrowych.

Tabela 3. Porażenie bulw ziemniaka przez *D. destructor* w okresie jesień 2021–wiosna 2024 oceniane w dwóch terminach: po zbiorze (jesień) i po okresie przechowywania (wiosna) w 5-stopniowej skali

Table 3. Potato tubers infected by *D. destructor* in the period autumn 2021–spring 2024 assessed in two terms: after harvest (autumn) and after storage (spring) performed on a 5-degree scale

Odmiany Cultivars		Indeks porażenia wg Towsenda-Haubergera Towsend-Hauberger infection index		Odsetek bulw ziemniaka porażonych przez <i>D. destructor</i> Percentage of tubers infected by <i>D. destructor</i>											
				jesień/autumn						wiosna/spring					
		jesień/autumn	wiosna/spring	1 [#]	2	3	4	5	łącznie/total	1 [#]	2	3	4	5	łącznie/total
Jadalne Edible	Bila	3,2	6,7	0,8	1,3	3,0	0,4	0,4	5,9	1,3	3,8	1,7	3,8	0,8	11,4*
	Denar	9,4	30,3	12,2	13,2	2,5	4,1	0,0	32,0	3,4	9,2	9,2	12,6	10,3	44,7*
	Desiree	5,9	28,2	2,8	3,7	2,8	1,9	1,9	7,3	9,7	10,2	7,9	6,5	7,4	17,1*
	Irys	10,1	27,9	5,1	8,4	5,5	2,6	0,4	22,0	4,4	5,9	7,0	10,4	12,2	39,9*
	Lawenda	0,9	2,7	2,4	0,0	0,8	0,0	0,0	3,2	0,0	1,6	1,2	1,2	0,4	4,4*
	Longina	2,0	6,7	2,3	4,0	0,0	0,0	0,0	6,3	1,7	4,0	2,3	0,0	3,4	11,4*
	Malaga	1,6	6,4	3,9	1,9	0,0	0,0	0,1	5,9	5,6	2,6	3,0	2,8	0,2	14,2*
	Otolia	24,5	46,8	1,2	7,6	10,0	6,5	10,0	35,3	4,7	6,5	12,3	20,6	19,4	63,5*
	Vineta	8,1	20,0	4,3	8,5	3,6	0,6	1,2	18,2	4,3	2,6	6,3	5,8	9,5	28,5*
Skrobiowe Starchy	Amarant	3,2	8,0	2,2	3,6	2,1	0,0	0,0	7,9	4,7	4,2	4,2	2,3	1,4	16,8*
	Inwestor	2,4	6,8	1,4	1,7	1,3	0,0	0,6	5,0	2,7	3,6	0,2	3,4	1,9	11,8*
	Jasia	5,8	14,2	3,0	3,4	2,2	0,4	2,2	11,2	2,2	3,7	6,4	4,9	4,5	21,7*
	Mieszko	2,4	5,6	3,0	1,4	1,1	0,8	0,0	6,3	0,8	3,0	1,4	1,6	2,2	9,0*
	Pokusa	0,9	2,6	1,2	1,6	0,0	0,0	0,0	2,8	0,8	3,6	1,2	0,4	0,0	6,0*
	Szyper	1,8	4,9	3,0	1,7	0,9	0,0	0,0	5,6	2,6	1,7	2,6	2,2	0,4	9,5*
	Zuzanna	6,4	20,3	8,1	4,6	2,9	0,0	1,2	16,8	2,5	10,0	4,6	7,5	6,8	31,4*

[#] Skala oceny porażenia bulw w stopniach: 1: do 0,5% powierzchni bulwy, 2: 0,6–20%, 3: 21–50%, 4: 21–50%, 5: ponad 70%/ Tuber infection assessment scale in degrees: 1: up to 0.5% of tuber surface, 2: 0.6–20%, 3: 21–50%, 4: 21–50%, 5: over 70%

* Wartości różnią się istotnie statystycznie na poziomie $p < 0,05$ / Values differ significantly at the level of $p < 0$

DYSKUSJA

Ocena ilościowa plonu

Wszystkie rośliny niezależnie od cechy odporności są narażone na inwazję agrofagów. W przypadku odmian odpornych nicienie po wnikięciu do rośliny nie mogą się dalej rozwijać i giną. Samo żerowanie nicieni na odpornych roślinach może powodować zahamowanie rozwoju, a ograniczona powierzchnia asymilacyjna i gorsza kondycja roślin powodują spadek plonu [Brzeski 1992]. Dane literaturowe potwierdzają wpływ żerowania niszczyka ziemniaczaka na spadek plonu ziemniaka [Stefan 1995]. W badaniach własnych, a także u Mwaura i in. [2015b] spadek plonu bulw kształtował się na różnym poziomie dla poszczególnych odmian i nie zależał od wielkości porażenia zewnętrznego i wewnętrznego bulw. W innym badaniu porażenie *D. destructor* nie miało wpływu na liczbę bulw, a jedynie na masę bulw tylko przy wysokim poziomie inokulum [Mwaura i in. 2015a]. U odmiany Spunta autorzy nie obserwowali zewnętrznych ani wewnętrznych objawów uszkodzenia, jednak masa bulw była niższa o 28% w odniesieniu do kontroli. Odmiany Bintje i Innovator zostały sklasyfikowane jako odmiany tolerancyjne, ze względu na nieznaczną utratę masy bulw i zakres uszkodzeń zewnętrznych.

Porażenie bulw przez *D. destructor*

Pierwsze wzmianki literaturowe dotyczące badań nad odpornością ziemniaka na porażenie przez niszczyka ziemniaczaka sięgają lat 20. i 30. XX w. [Moore 1971]. Na terenie kraju doświadczenia w zakresie szkodliwości, biologii i odporności roślin na niszczyka ziemniaczaka prowadziła Stefan [1979]. Badaniami objęła m.in. 800 odmian i 327 rodów hodowlanych ziemniaka oraz 150 genotypów należących do 27 innych gatunków z rodzaju *Solanum*. Na podstawie uzyskanych wyników oceny porażenia bulw autorka sklasyfikowała badane genotypy w pięciu grupach podatności. Nie stwierdziła żadnej odpornej odmiany ziemniaka. W grupie odmian bardzo słabo podatnych wymieniła tylko pięć: Belg, Grom, Pimpernel, Robijn i Rode Star. Wśród dzikich gatunków uzyskała bardziej obiecujące wyniki. Rośliny *S. commersonii*, *S. pinnatisectum*, *S. demissum*, *S. stoloniferum*, *S. curtilobum*, *S. chomatophilum*, *S. cardiophyllum*, *S. chacoense* i *S. spegazzinii* nie uległy porażeniu przez niszczyka ziemniaczaka. Kolejne doświadczenia na terenie kraju dotyczące odporności odmian ziemniaka prowadzono w latach 2001–2003 oraz 2005–2007. Nie zaobserwowano odmian całkowicie odpornych. Wśród 34 badanych, jako najmniej porażone wskazano odmiany Dunajec i Aster [Malinowska i Kowalska 2006, Franke i Malinowska 2007].

Badania dotyczące odporności ziemniaka na porażenie przez *D. destructor* prowadzono również poza granicami kraju. Mwaura i in. [2015b] oraz Ryabtseva [2018] wyróżnili odmiany bardziej wrażliwe oraz bardziej odporne na porażenie przez *D. destructor*. Wśród tych ostatnich autorzy wymienili odmiany Achilles, Adretta, Darwina, Feztien, Fresco, Hansa, Hela, Laura, Orfei, Santé, Memphis, Panther, Red Scarlett. Natomiast Shesteperov i Volodin [2023] do odmian słabo podatnych zaliczyli dwie: Vinetę i Colette.

W Bułgarii, Samaliev i Markova [2015] prowadzili ocenę podatności odmian na niszczyka ziemniaczaka, m.in. kierując się standardami EPPO dotyczącymi klasyfikacji od-

porności odmian ziemniaka na *Globodera* spp. [European and Mediterranean Plant Protection Organization 2006]. Na podstawie uzyskanych wyników odmianę Innovator określono jako odporną, a pozostałe jako podatne. W eksperymencie *Ditylenchus destructor* spowodował znaczne uszkodzenia bulw ziemniaka. Procent uszkodzeń zewnętrznych i wewnętrznych oszacowano na poziomie odpowiednio od 0–38,5% i 0–19%. Orfei i Sante były najmniej porażonymi odmianami. Natomiast odmiana Spunta ze względu na brak objawów, mimo obecności nicieni w bulwach, została określona jako porażona bezobjawowo. Mwaura i in. [2015a] również zastosowali metodykę badań opartą o te same standardy EPPO i odmianę ziemniaka Desiree wybrali jako standardową kontrolę podatną. Do badań własnych również wybrano tę odmianę. Była jedną z bardziej porażonych, jednak dla odmiany Otolia wartości parametrów oceny porażenia były wyższe. W prowadzonych badaniach szukano m.in. uzasadnienia w zmienności porażenia odmian ziemniaka przez niszczyka ziemniaczaka. Zdaniem Chen i in. [2020] u odmian skrobiowych o dłuższym okresie wegetacji i przy sprzyjających warunkach do rozwoju nicieni oraz ich krótkich cyklach życiowych może nastąpić szybki wzrost populacji nicieni, co może doprowadzić do wzrostu uszkodzenia bulw ziemniaka. Hermezii i in. [2021] zauważyli natomiast, że w niekorzystnych warunkach do rozwoju szkodnika podatne odmiany ziemniaka mogą nie ulec porażeniu. Ivanyuk [2003] zaobserwował mniejsze porażenie bulw uprawianych na glebach piaszczysto-gliniastych, co tłumaczy niekorzystnymi warunkami pogodowymi w okresie wegetacji, szczególnie niższymi opadami. Wyniki badań własnych nie potwierdzają wszystkich danych literaturowych. Okres wegetacji badanych genotypów ziemniaka był zbliżony, uprawiano je w jednakowych warunkach glebowych i pogodowych. Desiree należy do grupy odmian jadalnych i to właśnie odmiany jadalne uległy większemu porażeniu przez niszczyka ziemniaczaka.

Ograniczanie rozwoju *D. destructor* poprzez płodozmian nie jest w pełni możliwe ze względu na szeroki zakres żywicieli szkodnika. W warunkach zmian klimatu, organizacji uprawy ziemniaka ukierunkowanej na produkt o konkretnym przeznaczeniu, konieczności wprowadzania nawadniania ziemniaka nicien stanowić będzie poważne zagrożenie dla wydajności uprawy i jakości bulw. Uprawa odmian odpornych stanowi efektywną, opłacalną i bezpieczną dla środowiska metodę ochrony przed niszczykiem ziemniaczakiem. Zagadnienie odporności odmian ziemniaka na niszczyka ziemniaczaka stanowi ciekawy kierunek badań.

WNIOSKI

1. Uprawa sadzeniaków porażonych przez *D. destructor* powoduje spadek plonu bulw.
2. Spośród badanych odmian jadalnych i skrobiowych nie stwierdzono odpornej na porażenie przez niszczyka ziemniaczaka.
3. Podczas zimowego przechowywania wielkość porażenia bulw powodowana przez nicienie wzrastała nawet dwukrotnie.
4. W trzyletniej ocenie ziemniaka najmniej podatne na porażenie przez niszczyka ziemniaczaka były odmiany Lawenda i Pokusa.

PIŚMIENNICTWO

- Bernard G.C., Egnin M., Bonsi C., 2017. The impact of plant parasitic nematodes on agriculture and methods of control, nematology – concepts, diagnosis and control. W: M.M. Shah, M. Mahmood (red.), Nematology – concepts, diagnosis and control. Intech. Open. <https://doi.org/10.5772/intechopen.68958>
- Brzeski M.W., 1992. Taktyka i strategia ochrony roślin przed nicieniami. Post. Nauk Roln. 39(2), 19–27.
- Chen L., Xu M., Wang C., Zheng J., Huang G., Chen F., Peng D., Sun M., 2020. Multi-copy alpha-amylase genes are crucial for *Ditylenchus destructor* to parasitize the plant host. PLOS One 15(10), e0240805. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240805>
- EPPO global database, <https://gd.eppo.int/taxon/DITYDE> [dostęp: 26.06.2025].
- European and Mediterranean Plant Protection Organization, 2006. Testing of potato varieties to assess resistance to *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. EPPO Biull. 36(3), 419–420. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2006.01032.x>
- Franke K., Malinowska E., 2007. Reakcja wybranych genotypów ziemniaka na porażenie przez niszczyka ziemniaczaka (*Ditylenchus destructor* Thorne). Ziem. Pol. 4, 35–38.
- Franke K., Gryń G., Michałowska L., Nowakowski M., 2019. Metody badawcze stosowane w pracach dotyczących ograniczania występowania populacji *Globodera rostochiensis* w glebie. Biul. Inst. Hod. Akl. Rośl. 287, 15–18. <https://doi.org/10.37317/biul-2019-0097>
- Hermeziu M., Hermeziu R., Chelmea C., Petre D., 2021. Analysis of some potato varieties concerning the susceptibility to quarantine pest *Ditylenchus* sp. Agriculture 3–4(119–120), 18–23.
- Hofmann J., Szakasits D., Blöchl A., Sobczak M., Daxböck-Horvath S., Golinowski W., Bohlmann H., Grundler F.M., 2008. Starch serves as carbohydrate storage in nematode-included syncytia. Plant Physiol. 146(1), 228–235. <https://doi.org/10.1104/pp.107.107367>
- Ivanyuk V.G., Banadysov S.A., Zhuromsky G.K., 2003. Protection of potatoes from diseases, pests, and weeds. Minsk: Republican Unitary Enterprise Belarusian Scientific Research Institute for Potato Growing.
- Jeger M., Bragard C., Caffier D., Candresse T., Chatzivassiliou E., Dehnen-Schmutz K., Gilioli G., Gregoire J.C., Miret J.A.J., MacLeod A., Navarro M.N., Niere B., Parnell S., Potting R., Rafoss T., Rossi V., Van Bruggen A., Van Der Werf W., West J.S., Winter S., Mosbach-Schulz O., Urek G., 2016. Risk to plant health of *Ditylenchus destructor* for the EU territory, scientific opinion. EFSA J. 14(12), 4602. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4602>
- Jeske A., Budziszewska M., Dobosz R., Stachowiak A., Protasewicz D., Wieczorek P., Obrępańska-Stęplowska A., 2014. A comparative and phylogenetic study of the *Ditylenchus dipsaci*, *Ditylenchus destructor* and *Ditylenchus gigas* populations occurring in Poland. J. Phytopathol. 162(1), 61–67. <https://doi.org/10.1111/jph.12161>
- Jones J.T., Haegeman A., Danchin E.G., Gaur H.S., Helder J., Jones M.G., Kikuchi T., Manzanilla-Lopez R., Palomares-Rius J.E., Wesemael W.M., Perry R.R., 2013. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. Mol. Plant Pathol. 14, 946–961. <https://doi.org/10.1111/mpp.12057>
- Karnkowski W., Guenter J. 2018. Występowanie niszczyka ziemniaczaka (*Ditylenchus destructor* Thorne) na ziemniakach w Polsce na podstawie badań prowadzonych przez Państwową Inspekcję Ochrony Roślin i Nasiennictwa w latach 2010–2017. 58. Sesja Naukowa IOR-PIB. 6–8 lutego, 122.
- Karnkowski W., Guenter J., 2024. Badania ziemniaków na obecność niszczyka ziemniaczaka (*Ditylenchus destructor*) prowadzone przez Państwową Inspekcję Ochrony Roślin i Nasiennictwa w latach 2010–2022. Ziem. Pol. (1), 40–48.
- Malec K., 1980. Wpływ uprawy ziemniaków odpornych na *Globodera rostochiensis* na wychodzenie larw z cyst mątwika ziemniaczanego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 232, 27–32.

- Malinowska E., Kowalska K., 2006. Reakcja wybranych odmian ziemniaka na porażenie przez niszczyka ziemniaczaka (*Ditylenchus destructor* Thorne). Ziem. Pol. 4, 33–36.
- Marks M., Rychcik B., Treder K., Tyburski J., 2018. 50-letnie badania nad uprawą roślin w płodozmianie i w monokulturze – źródło wiedzy i pomnik kultury rolnej. W: M. Marks, M. Jastrzębska, M.K. Kostrzevska, Eksperymenty wieloletnie w badaniach rolniczych w Polsce. Wyd. UWM. Olsztyn, 41–56.
- Melnic M., Gliga O., Iurcu-Straistaru E., 2024. Aspects of the chemical composition of potatoes tubers (Variety Albastriu Mov) infested with species *Ditylenchus destructor* Thorne 1945. Sci. Paps. Ser. A Agron. 67(1), 535–543.
- Moore J.F., 1971. Studies on the persistence of *Ditylenchus destructor* the potato tuber nematode, with different cropping treatments. Irish J. Agric. Res. 10(2), 207–211.
- Mwaura P., Niere B., Vidal S., 2015a. Effect of initial population densities of *Ditylenchus destructor* and *D. dipsaci* on potato tuber damage and nematode reproduction. Nematology 17(2), 193–202. <https://doi.org/10.1163/15685411-00002861>
- Mwaura P., Niere B., Vidal S., 2015b. Resistance and tolerance of potato varieties to potato rot nematode (*Ditylenchus destructor*) and stem nematode (*Ditylenchus dipsaci*). Ann. Appl. Biol. 166, 257–270. <https://doi.org/10.1111/aab.12180>
- PM 7/87 (2), 2017. *Ditylenchus destructor* and *Ditylenchus dipsaci*. EPPO Bull. 47(3), 401–419. <https://doi.org/10.1111/epp.12433>
- Pridannikov M., 2022. Economic importance of the potato tuber nematode *Ditylenchus destructor* in Russia. W: A. Sikora, J. Desaegeer, L. Molendijk (red.), Integrated nematode management: state-of the-art and visions for the future. CABI Publishing, Wallingford, 354–361. <https://doi.org/10.1079/9781789247541.0049>
- Przetakiewicz A., 2019. Distribution of PCN pathotypes in Poland. Plant Breed. Seed Sci. 79, 3–8. <https://doi.org/10.37317/pbss-2019-0001>
- Püntener W., 1981. Podręcznik doświadczałnictwa polowego w ochronie roślin. tłum Z. Ginter. Wyd. IOR, Poznań.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 27 maja 2020 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie terminów składania wniosków o dokonanie oceny polowej materiału siewnego poszczególnych grup roślin lub gatunków roślin rolniczych i warzywnych oraz szczególnych wymagań w zakresie wytwarzania i jakości materiału siewnego tych roślin, Dz.U. z 2020 r., poz. 975.
- Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2021/2285 z dnia 14 grudnia 2021 r. zmieniające rozporządzenie wykonawcze (UE) 2019/2072 w odniesieniu do wykazów agrofagów oraz zakazów i wymogów dotyczących wprowadzania do Unii i przemieszczania na jej terytorium roślin, produktów roślinnych i innych przedmiotów oraz uchylające decyzje 98/109/WE i 2002/757/WE oraz rozporządzenia wykonawcze (UE) 2020/885 i (UE) 2020/1292, Dz.U. L 458 z 22.12.2021.
- Рябцева Н.А. [Ryabtseva N.A.], 2018. Дитиленхоз картофеля в зависимости от разновидности сорта Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 6, 31–35. <https://cyberleninka.ru/article/n/ditilenzhoz-kartofelya-v-zavisimosti-ot-raznovidnosti-sorta/viewer> [dostęp: 03.03.2025].
- Samaliev H., Markova D., 2015. Resistance of potato cultivars to *Ditylenchus dipsaci* and *Ditylenchus destructor*. Science Technologies. V(6), 1-7.
- Shesteporov A.A., Volodin A.I., 2023. Evaluation of potato varieties of foreign selection for resistance to the tuberous nematode *Ditylenchus destructor*. Russ. Parasitol. J. 17(3), 413–422. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-3-413-422>
- Stefan K., 1979. Badanie odporności ziemniaka na porażenie przez węgorzka ziemniaczaka (*Ditylenchus destructor* Thorne). Rozprawa doktorska. Instytut Ziemniaka. Samodzielna Pracownia Badania Odporności na Choroby i Szkodniki Kwarantannowe 139.

- Stefan K., 1980. Zagadnienie odporności ziemniaków na porażenie przez *Ditylenchus destructor*. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol. 232, 55-61.
- Stefan K., 1995. Niszczyk ziemniaczak (*Ditylenchus destructor* Thorne). Instytut Ziemniaka w Boninie, 3-26.
- Stefan K., 1997. Wpływ wybranych roślin uprawnych i chwastów na długotrwałość utrzymywania się niszczyka ziemniaczaka w glebie w doświadczeniu wazowym. Postępy w Ochronie Roślin. 37(2), 231-234.
- Stefan K., 1999. Częstość występowania niszczyka ziemniaczaka w sadzeniakach ziemniaka w latach 1974 – 1998. Prog. Plant Prot. 39, 2, 779-781.
- Sturhan D., Brzeski M.W., 1991. Stem and bulb nematodes. *Ditylenchus* spp. 1991. CRC Press.
- Ustawa z dnia 9 listopada 2012 r. o nasiennictwie, Dz.U. z 2021 r., poz. 129.
- Vovlas N., Mifsud D., Landa B.B., Castillo P., 2005. Pathogenicity of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* on potato. Plant Pathol. 54, 657-664. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2005.01244.x>
- Yan H., Zhang C.L., Zhang Y.G., Ma J.K., Ma M., Sun H.M., Li Q., 2023. Analysis of Resistance Inheritance and QTL Mapping of Sweet Potato Stem Nematode Disease. J. Plant Genet. Resour. 24, 1766-1777. <https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20230420002>

Źródło finansowania: Badania sfinansowano z dotacji na utrzymanie potencjału badawczego.

Abstract. The field experiment was conducted in The Plant Breeding and Acclimatization Institute – National Research Institute, Bydgoszcz Division. in three seasons in 2021/2022, 2022/2023 and 2023/2024. The aim of the experiment was to evaluate in the field the impact of potato pest of 9 edible and 7 starch potato cultivars to infection by the potato rot nematode (*Ditylenchus destructor* Thorne). Seed potatoes were infected with nematodes and grown conventionally in field conditions. The control consisted of seed potatoes not infected with nematodes. After harvesting, the following assessments were carried out: quantitative assessment of the yield and two external infections of the daughter tubers by the potato rot nematode (in autumn and spring). Tubers of all tested cultivars were infected and had worse quantitative parameters compared to the control. After winter storage of tubers, the extent of infection increased for all tested cultivars. Edible cultivars were more susceptible to nematode infection than starch cultivars. Among the edible cultivars, the least susceptible to the potato rot was the Lavender cultivar, and among the starch cultivars – Pokusa. The most infected cultivars were Otolia (edible) and Zuzanna (starch).

Keywords: free living nematodes, *Ditylenchus destructor* Thorne, potato rot nematode, seed potatoes, variety resistance

Otrzymano/Received: 17.03.2025
Zaakceptowano/Accepted: 18.08.2025
Opublikowano/Published: 13.11.2025